J. of Population Studies
20：139-165, 1999, Population and Gender
Studies Center, NTU.

An Analytic Framework of Aging Based on the Optimal Population Growth*

Huei-chung Lu**

(ABSTRACT)

Previous literature has defined "population aging" only based on the relative age distribution of a nation's population, let alone the discussion regarding an optimal age distribution for a nation. For example, many developing countries have relatively high birth rates, by definition they are relatively "young" countries, which may be harmful in terms of the productivity for a nation as a whole. These countries may be better off economically by effectively lowering their birth rate and facing an "aging" problem. Therefore, we have to redefine the "aging", not by looking at the age distribution, but by looking at when the age structure starts to have a negative economical impact to the society; at which we call it the optimal population growth rate. The research is to propose a theoretical framework, which can provide an analytical model of finding an optimal population growth path for a society.

The research will use Chu's (1997) *first-degree stochastic dominance* analytical framework to define "aging" and prove that a society can improve some economic objectives (for example, dependency ratio, individual income distribution, tax burden etc.) by effectively reducing the birth rate, when the population growth is above the optimal level. On the other hand, a society's economic objective would deteriorate when aging occurs at the time that population growth is below the optimal level.

Key words：aging, first-degree stochastic dominance, optimal population growth, dependency ratio, lifetime wage

* I thank National Science Council (NSC 86-2415-H-030-002) for giving financial support to this research, and two anonymous reviewers for their helpful comments and suggestions.

** Associate Professor, Department of Economics, Fu-Jen Catholic University, Taipei, Taiwan.

人口學刊第20期
頁139-165，民國88年10月
台北：台大人口與性別研究中心

人口老化—
從最適人口成長的觀點重新詮釋*

魯慧中**

壹、前言

「人口老化」是近年來已開發國家普遍面臨的現象，大多數的研究認爲它對跨代間所得分配或移轉會有負面的影響，而老化社會中的醫療保健支出對個人及社會也是一個沈重的負擔。因此，若不及早研擬出因應對策，政府在財政預算上將會面臨嚴重的不良後果。過去在經濟學上的文獻探討多著重在老化社會之下的政策建議，如：Barro（1974），Lee（1980），Keyfitz（1985）等；或是人口老化對於經濟、社會各個層面的負面影響，如：Adelman及 Morris（1973），Ahluwalia（1976），Repetto（1979），Lam（1986，1987），Weizsäcker（1995）等。除此之外，對於「人口老化」的定義卻鮮有探討。

傳統文獻對於人口老化的衡量多是利用所謂的「老年人口佔總人口比例」（headcount ratio of the aged）或是「老年幼年人口相對比例」[1]作爲指標，但是利用這個指標衡量卻可能忽略一些社會中關於年齡結構的重要訊息。此外，人口「老化」（aging）這個名詞強調的是其「動態」過程，只由一個靜態比例是無法預測對未來人口結構的變遷模式。Chu（1997）對人口老化的衡量指標重新做了詮釋，他首先利用「隨機優勢」（stochastic dominance；Hardar and Russell, 1969） 的概念，說明社會中人口年齡結構跨期間的變化。同時將 Sen（1976）及 Forster and Shorrock（1984）「貧窮指標」的衡量應用在老化指標上，希望藉此能取代過去經常使用的老化指標，而提供「人口老化」一個清楚而明確的定義。

一般說來，人口成長遲緩的社會多面臨著年齡結構呈現"相對"左偏分配 （relatively skewed-to-the-left distribution）的現象，而 Chu 採用隨機優勢的概念正好滿足相對左偏分配的詮釋，此廣泛的定義亦可涵蓋「老年人口佔總人口比例」愈來愈大的趨勢：即傳統所依據的「人口老化」指標。然而，過去文獻所定義的人口老化僅就年齡的相對分配而言，並未對社會中的最適年齡結構進行分析，本研究擬從這個角度出發，進一步探討人口老化的真正意涵。

---

* 本研究承蒙行政院國家科學委員會專題研究計劃補助（計劃編號：NSC86-2415-H-030-002），同時感謝兩位匿名評審之指正及建議。文中如有疏誤之處，當由作者自負全責。
** 作者爲輔仁大學經濟系副教授。
1 一般「人口老化指數」是採用「老年幼年人口相對比例」。

從人口轉型的過程來看，開發中國家或是人口轉型初期的社會多面臨著較高的人口成長率，因此該社會的人口結構過於年輕化，而工作經驗的傳承不足將可能不利於國家整體的生產力，同時社會中的平均所得水準也較低。此時若能適時適量地降低其人口成長率（如：降低生育率）[2]，則對該社會有正面的助益；亦即從人口年齡結構的角度來看，該社會將走向老化的方向。在這種情形之下，我們認為此過程是一種暫時且具有正面效果的老化現象，政府當局無須擔憂其對經濟體系可能產生的負面衝擊。反之，在已開發國家或是人口轉型後期的社會，死亡率及生育率已降至極低，該社會的人口結構過於年老化（"絕對"的老化）。從社會福利及醫療保健的觀點而言，此種情形將導致國家及個人均有龐大的財政負擔；對企業而言，過於年老的勞動力，將會遲緩技術革新的腳步，同時在「年資制度」（seniority schemes）的設計之下，也會提高公司內部的勞動薪資成本（Ogawa, 1986）。在這種情形之下，若人口再持續老化，必會加深對經濟體系的負面衝擊。因此政府必須適時地介入，採行一些政策進而改善或降低人口老化的負面影響，如：國民年金的實施。從上述兩種情形歸納，在人口成長率不斷下降（老年人口比例上升）的同時，我們應該從最適人口年齡結構的角度加以區分出兩種不同的老化現象，進而定義何謂「過渡性」（暫時性、良性）的人口老化？何謂「永久性」（負面）的人口老化？重新為人口老化的定義做一完美詮釋。

何謂「最適人口年齡結構」？我們可以依據不同的經濟目標定義出該社會的最適年齡結構（或最適人口成長），如：個人所得分配、跨代間的移轉（稅負）、勞動生產力等。在不同的經濟目標之下，決定出對該社會中最有利的人口結構。因此，當一個社會尚未到達最適人口成長之前，此時的人口老化可以促使人口結構更趨健全；而已達到最適人口成長之後，人口老化只會惡化經濟目標。曾有許多文獻針對不同的經濟指標預測人口老化可能產生的影響，如：Lam（1986），Weizsäcker（1995）曾提出人口老化對於所得不均度的影響；Chu（1997）利用一階隨機優勢的人口老化衡量說明對於所得分配、財政赤字、跨代移轉及社會資本累積等的影響；Lam（1989）探討人口成長率與年齡結構間生產力之關係等。在本研究中，我們將從最適人口成長的觀點來探討這些經濟目標與人口老化之間的關係。

本研究基本上將分為下列各節進行探討：第二節將介紹以「一階隨機優勢」的觀點解釋人口老化的過程，根據人口轉型的各個階段說明人口年齡結構變遷的因素。第三節先以「扶養比」作為例子說明最適人口成長的概念，並證明："高於"最適人口成長時的人口老化，將會使社會中的人口扶養比例下降，減輕勞動人口的經濟負擔；而"低於"最適人口成長時的人口老化，將會使社會中的人口扶養比例上升，增加勞動人口的經濟負擔。第四節

[2] 一般而言，若以政府政策的手段降低生育率，通常無法獲得立即的效果，甚或會因政策遞延的效果導致人口年齡組成更不利於社會、經濟的發展。但人口轉型多伴隨著經濟成長的過程而來，家庭的生育決策取決於經濟條件的衡量，此時生育率的下降是屬於社會內生性的調整，將無關乎政策面的因素。

舉例說明在其他經濟目標之下，人口老化是否必然對社會造成不良的影響。第五節探討台灣的資料與本研究理論的相關性，並以電腦模擬驗證我們的想法。第六節是結論。

貳、人口老化的衡量

一、基本架構與設定

令$B(t)$爲t期所生育的新生兒個數，$l(a;\lambda)$爲新生兒可存活到a歲的比例（即「存活機率」(survival probability)），存活機率的高低取決於參數λ；而$m(a;r)$爲每一個存活到a歲的人口平均可生育的個數，生育率的高低取決於r，則我們可以得到下列恆等式：

$$B(t) \equiv \int_0^K l(a;\lambda)\, m(a;r)\, B(t-a)da \text{ ，}$$

其中K爲該社會中最高存活年齡。而t時點上a歲人口總數$P(a,t)$爲：

$$P(a,t) = l(a;\lambda)\, B(t-a) \text{ ，}$$

故總人口數$P(t)$爲：

$$P(t) = \int_0^K l(s;\lambda)\, B(t-s)ds \text{ 。}$$

因此t時點上a歲人口佔總人口比例爲$g(a,t)$如下式：

$$g(a,t) = \frac{P(a,t)}{P(t)} = \frac{l(a;\lambda)\, B(t-a)}{\int_0^K l(s;\lambda)\, B(t-s)ds} \text{ 。} \tag{1}$$

假設該社會人口處於穩定狀態（steady state），則我們可以用$B(t) = B_0 \cdot e^{rt}$表示之，同時滿足

$$1 = \int_0^K l(a;\lambda)\, m(a;r)\, e^{-ra}\, da \text{ ，}$$

其中r爲穩定狀態下的出生人口成長率。將此條件代入(1)式中，整理後可得到：

$$g(a,t) = \frac{l(a;\lambda)e^{-ra}}{\int_0^K l(s;\lambda)e^{-rs}ds} \equiv g(a;r;\lambda) \text{ 。} \tag{2}$$

同理我們亦可求得a歲以下人口佔總人口的比例$G(a,t)$：

$$G(a,t)=\int_0^a g(s,t)ds\equiv G(a;r;\lambda)\text{。}\tag{3}$$

二、人口轉型的因素分析

Cowgill（1949）將人口轉型的階段區分爲三種時期：第一是「轉型前」（pre-transitional）時期，在這個時期主要導致人口波動的原因來自於死亡率的波動；換言之，它將完全取決於天災、人禍等因素。第二是「轉型中」（transitional）時期，此時生育率與死亡率均漸漸下降，人口波動端視這兩股力量的淨效果而定。第三是「轉型後」（post-transitional）時期，在這個時期死亡率已趨穩定，人口的波動主要來自於生育率的波動。若我們將上述三種時期的波動因素加以綜合分析，可歸因於上述模型中的兩種外生變數[3]：r及λ。

我們將這兩種外生變數對應三種時期分別說明如下：

1.不可預知的天災、人禍：$\lambda=\varepsilon$，其中ε爲隨機變數。

2.死亡率及生育率均下降：$\Delta r<0$，$\Delta\lambda>0$，其中$\partial l(a;\lambda)/\partial\lambda>0$，$a=0,\ldots,K$。

3.死亡率已穩定，而生育率波動：$\Delta\lambda=0$，$\Delta r>(<)0$。

若我們考慮下列形式的死亡率（存活機率）波動，

$$l(a,t;\lambda)=1-ce^{-\lambda t}e^{da},\quad a=0,\ldots,K\text{，}$$

其中λ爲死亡率隨時間t而下降的速度，則人口成長率$g(t)$及人口成長率之波動$\Delta g(t)$將可寫爲：

$$g(t)=\frac{d\ln P(t)}{dt}=r+(\eta-1)\lambda\text{，}\tag{4}$$

$$\Delta g(t)=(1+r)\cdot\Delta r+\lambda^2\eta(\eta-1)\cdot\Delta\lambda\text{，}\tag{5}$$

其中

$$r=\frac{\lambda}{\left[\int_0^K l(s)\,e^{-rs}\,ds\right]^2}\left[\int_0^K s\cdot l(s)\,e^{-rs}\,ds\int_0^K e^{-rs}\,ds-\int_0^K s\,e^{-rs}\,ds\int_0^K l(s)\,e^{-rs}\,ds\right]\text{，}$$

$$\eta=\frac{\int_0^K e^{-rs}\,ds}{\int_0^K l(s)\,e^{-rs}\,ds}>1\text{。}$$

因此，人口成長率之波動將視生育率（r）及死亡率（λ）的變化而定。

[3] 若考慮生育率爲內生變數時，將使得模型複雜化，有關於此方面的研究，可參考 Chu and Lu (1995)。

三、人口年齡結構之變遷

一個社會中人口年齡結構的變遷主要來自於出生與死亡的波動 [4]，這可以由上一小節所刻劃的人口轉型因素觀察出來。一般說來，各國所關注的人口老化現象，多是針對人口轉型第三階段—死亡率已達到穩定狀態，生育率持續下降的情形，因此本小節將人口年齡結構變遷的焦點放在生育率的波動 [5]。

根據式(2)、(3)之設定，我們可分別令 $g(a,t;\theta)$，$G(a,t;\theta)$表示 a 歲人口之 p.d.f.及 c.d.f.，其中θ為外生參數，如：r 、λ等。而由 Chu（1997）對人口老化的重新詮釋，我們可以定義如下：

【定義一】若 $G(a;\theta') \geq G(a;\theta)$，$\forall a \in [0,K]$，則我們稱對應於參數$\theta$之人口年齡分配相對於對應$\theta'$具有「一階隨機優勢」（first-degree stochastic dominance；F.S.D.）；換言之，θ所對應之人口年齡結構較為「老化」。

根據定義一，在不考慮存活率變動之下$(\delta\lambda = 0)$，可得到定理一如下：

【定理一】若$r' > r$，則$G(a;r') \geq G(a;r)$，$\forall a \in [0,K]$。

定理一說明：在其他條件不變之下，若生育率持續地下降，則年齡結構會有人口老化的趨勢。

證明：

由於
$$G(a;r) = \frac{\int_0^a l(s)\, e^{-rs}\, ds}{\int_0^K l(s)\, e^{-rs}\, ds} = \frac{\int_0^a l(s)\, e^{r(a-s)}\, ds}{\int_0^a l(s)\, e^{r(a-s)}\, ds + \int_a^K l(s)\, e^{r(a-s)}\, ds} \equiv \frac{A}{A+B},$$

對$G(a;r)$作r之微分，則可得到：
$$\frac{\partial G(a;r)}{\partial r} = \frac{1}{(A+B)^2}\left(B \cdot \frac{\partial A}{\partial r} - A \cdot \frac{\partial B}{\partial r}\right)。$$

因為
$$\frac{\partial A}{\partial r} = \int_0^a (a-s) \cdot l(s)\, e^{r(a-s)}\, ds > 0，$$

同時將B經由變數變換 [6] 後對r微分可得：

---

[4] 實際上應包括遷移人口。但這個因素多來自於移民政策的控制或是國與國之間相對經濟條件的比較，加入後將複雜化我們的模型，因此本文並不考慮遷移人口所導致的年齡結構變遷，而假設在一個封閉社會所衡量出來的人口年齡結構。

[5] 雖然許多學者發現在某些已開發國家（如日本），老年人口的成長與生育率的變動並無太大的關係，而主要是因為老年人口的死亡率下降所致；但就台灣而言，生育率的下降的確是造成台灣社會人口老化的重要因素。因此，為了簡化模型，我們只考慮生育率變動對社會年齡組成的影響。

[6] 令 $s' = s - a$ ，則 $B = \int_0^{K-a} l(s+a)\, e^{-rs} ds$ 。

$$\frac{\partial B}{\partial r}=-\int_0^{K-a} s\cdot l(s+a)\,e^{r(a-s)}\,ds<0 \text{ 。}$$

故得證：$\partial G(a;r)/\partial r\geq 0$ ，$\forall a\in[0,K]$。

我們可以將定理一加以延伸，得到一個更廣義的隨機優勢。

【定義二】在任意年齡區間$[a_1,a_2]\in[0,K]$，令「條件人口密度函數」(conditional age density function) $h(b;\theta)$如下：

$$h(b;\theta)\equiv\frac{P(b,t)}{\int_{a_1}^{a_2}P(s,t)\,ds}=\frac{l(b)\,e^{-rb}}{\int_{a_1}^{a_2}l(s)\,e^{-rs}\,ds} \text{ 。}$$

此外，「條件人口累加密度函數」$H(b,\theta)=\int_{a_1}^{b}h(a;\theta)\,da$ 。

【定理二】若$r'>r$，則$H(b;r')\geq H(b,r)$，$\forall b\in[a_1,a_2]$。

證明：

同於定理一之證明，令 $A'=\int_{a_1}^{b}l(s)\,e^{r(b-s)}ds$ ，$B'=\int_{b}^{a_2}l(s)e^{r(b-s)}ds$ ，則 $H(b;r)=A'/(A'+B')$，故我們可以得證：$\partial H(b;r)/\partial r\geq 0,\forall b\in[a_1,a_2]$。

根據定義二所推演出來的定理二，提供一個更強的結論：當生育率下降時，不僅從社會總人口的角度觀察會有人口老化現象（定理一所述），另一方面從任何一個年齡區間觀察（如：15-65 歲人口），都會有高齡化的趨勢。

參、最適人口成長

在人口轉型後期中，隨著生育率不斷下降的同時，一般認爲人口年齡結構將趨於老化，接著伴隨而來的便是財政預算的赤字融通，或是成年人口的稅負比例加重。如此一來，便會產生跨代間所得移轉的不平等，但這未必表示生育率下降對於社會具有必然的負面結果。以下我們將證明："在某些假設之下，適度的生育率下降，將有助於社會中某些福利指標的改善。"因此，處於這個階段的人口老化，我們可以觀察到它對社會的正面助益。

首先，我們考慮在一個福利制度完善的已開發社會中，處於勞動階段的成年人口，他們必須擔負起社會中未成年人口的撫育及年老人口的養育雙重責任。爲了簡化分析起見，

假設一個成年人養育上一代及下一代的財務負擔是相同的 [7]，因此我們可以利用「扶養比」（dependency ratio；DR）作為衡量指標，同時定義 y 為勞動力的最低年齡（如：15 歲），z 為勞動力的最高年齡（如：65 歲）[8]。

$$DR \equiv \frac{\int_0^y g(a;r)\,da + \int_z^K g(a;r)\,da}{\int_y^z g(a;r)\,da} = \frac{\int_0^K g(a;r)\,da - \int_y^z g(a;r)\,da}{\int_y^z g(a;r)\,da}$$

$$= \frac{1}{\int_y^z g(a;r)\,da} - 1 \text{。} \tag{6}$$

對(6)式作 r 之微分：

$$\frac{\partial DR}{\partial r} = \frac{-1}{\left[\int_y^z g(a;r)\,da\right]^2} \int_y^z \frac{\partial g(a;r)}{\partial r}\,da \text{ ，} \tag{7}$$

$$\text{其中} \quad \frac{\partial g(a;r)}{\partial r} = g(a;r)\cdot\left(-a + a^*\right) \text{ ，} \tag{8}$$

$$\text{且} \quad a^* = \frac{\int_0^K s\cdot l(s)\,e^{-rs}\,ds}{\int_0^K l(s)\,e^{-rs}\,ds} \text{ 。}$$

若我們欲求出最小扶養比下的最適生育率 r^*，則需滿足一階微分為 0 的結果，即：

$$\left.\frac{\partial DR}{\partial r}\right|_{r=r^*} = 0$$

$$\Rightarrow \int_y^z a\cdot g(a;r)da = a^*\cdot\int_y^z g(a;r)da \text{ 。} \tag{9}$$

至於二階條件 $\partial^2 DR/\partial r^2$ ，對(7)式再作 r 的微分：

---

[7] 但事實上，養育子女與奉養父母是具有不同形式或額度的成本。例如：社會需為老年人口花費較多的醫療服務及安養成本，對於小孩則是花費較多的教育投資成本。從社會的角度來看，花在小孩身上的成本可視之為投資，對國家未來的經濟發展將會有相當的助益；但是花費在老人身上的則是單純的支出。

[8] 關於勞動力的年齡範圍，各國有不同的規範。

$$\left.\frac{\partial^2 DR}{\partial r^2}\right|_{r=r^*} = \frac{-1}{\left[\int_y^z g(a;r)da\right]^2} \cdot \int_y^z \left[\frac{\partial g(a;r)}{\partial r}\left(-a+a^*\right)+g(a;r)\cdot\frac{\partial a^*}{\partial r}\right] da \text{ 。} \tag{10}$$

將(8)、(9)式代入(10)式中，整理後可得：

$$\left.\frac{\partial^2 DR}{\partial r^2}\right|_{r=r^*} = \frac{-1}{\left[\int_y^z g(a;r)da\right]^2}\left\{\left[-a^{*2}+\frac{\partial a^*}{\partial r}\right]+\int_y^z g(a;r)da+\int_y^z a^2 g(a;r)da\right\} \text{，} \tag{11}$$

我們可進一步對 $\partial a^*/\partial r$ 做一展開：

$$\frac{\partial a^*}{\partial r^2} = \frac{1}{\left[\int_0^K l(s)\, e^{-rs}\, ds\right]^2}\left\{\left[\int_0^K s\cdot l(s)\, e^{-rs}\, ds\right]^2 - \int_0^K s^2 l(s)\, e^{-rs}\, ds\cdot\int_0^K l(s)\, e^{-rs}\, ds\cdot\int_0^K l(s)\, e^{-rs}\, ds\right\}$$

$$= \left(a^*\right)^2 - \int_0^K s^2\; g(s;r)ds \text{ 。} \tag{12}$$

將(12)式代入(11)式，最後得到：

$$\left.\frac{\partial^2 DR}{\partial r^2}\right|_{r=r^*} = \frac{-1}{\left[\int_y^z g(a;r)da\right]^2}\int_y^z g(a;r)da\cdot\left\{\int_y^z a^2\cdot h(a;r)da - \int_0^K a^2\cdot g(a;r)da\right\} \text{，} \tag{13}$$

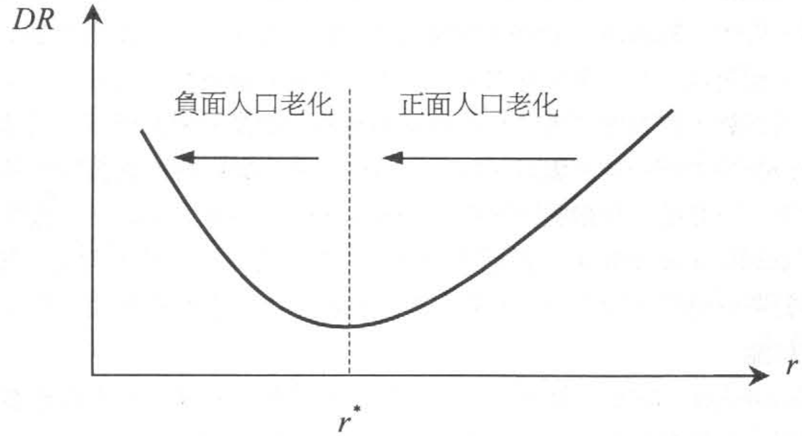
$$\text{其中} \quad h(a;r) \equiv \frac{g(a;r)}{\int_y^z g(s;r)ds} \text{ 。}$$

在(13)式中的右手邊大括號中的第一項可以視爲「勞動人口平均平方年齡」，第二項可以視爲「全國人口平均平方年齡」。一般說來，第二項會大於第一項 [9]，故可推得 $\partial^2 DR/\partial r^2 > 0$，即: DR 在 $r = r^*$ 時有極小值（見圖一）；換言之，r^* 所對應之年齡人口結構對該社會而言爲最適情形。

---

[9] 假設 y 歲以下的人口比例不是太大，由於「全國人口」中包含較高年齡層的資料，因此取平方後會給予更大的權數而使得該數值高於「勞動人口平均平方年齡」的可能性較大。

圖一：人口扶養比 DR 與人口成長率 r 之關係圖



【定理三】當 $r>r^*$ 時，此時若生育率下降，人口年齡結構會趨於老化，但是對於社會中的人口扶養比而言亦會有下降的趨勢；但當 $r<r^*$ 時，生育率下降不但會使人口年齡結構趨於老化，而且人口扶養比也會隨之上升。

由定理三我們可以了解，就人口年齡結構而言，未必所有的人口老化都會導致福利水準下降。若在一個生育率不至於太低的社會中（如 $r>r^*$），適當程度的人口老化反而可以導致社會年齡結構更趨於穩定。因此，在一個重視福利制度的國家中，r^* 的估計將可以幫助預測未來福利政策及財政預算的配適情形。

肆、各種經濟指標與人口老化

從定理三的推論中，我們發現人口老化的過程對社會勞動年齡階層而言，未必有一致性的負面效果，這必須看該社會人口結構是否已達到最適年齡分配而定。若從此觀點出發，老化現象是否足以爲慮，我們可以從設定不同的社會目標函數中找尋老化過程的關鍵（critical point），定義出何種人口老化對社會目標函數有負面的效果？何種情形下的人口老化根本不足爲懼，甚或是一個正面指標？各個社會中最適人口年齡結構可以根據不同的經濟指標著手，賦予社會中各個年齡人口不同的貢獻權數，進而從這個指標衡量出該社會的最適人口成長率，以下我們將從個人所得分配、年金制度的稅負、勞動力平均年齡及個人終身薪資所得等觀點加以分析之。

一、個人所得分配

在過去文獻中曾有許多研究探討人口成長率或是年齡結構對於所得分配的影響，其中 Adelman and Morris（1973）、Ahluwalia（1976）認爲人口成長率的上升會導致所得不均度惡化。Winegarden（1978）、Morley（1981）認爲年齡結構愈年輕的社會將增加所得不均度。但在另一方面，Repetto（1979）則提出並不是只有在太過年輕的年齡結構下才會提高所得不均度；相對地，在一個生育率與死亡率均下降的社會中，由於人口金字塔的組成趨向高齡化，而高齡人口高度所得不均的特質將會強化整體社會的所得不均度，因此人口成長率與所得分配間並無一定的關係。Lam（1987）將年齡結構的變遷對所得分配的影響拆解爲兩種效果：一種是「年齡組內效果」(intra-generational effect)，一種是「年齡組間效果」(inter-generational effect)。前者來自於同一年齡組內的所得不均度；後者則來自於各年齡組之間的所得變異，而人口成長率對於這兩種效果而言具有相反的作用，因此無法作出一致性的結論。

Weizsäcker（1995）曾就人口老化對社會中個人所得不均度的影響做一探討。他將所得範圍區分爲勞動及退休人口兩組群，利用「老年人口扶養比」(old-age dependency ratio；以下以 ODR 表示之）作爲人口老化指標。研究中發現：在年金制度之下，若不考慮預算平衡，則所得將隨著人口老化程度的上升，而導致不均度惡化；但在考慮預算平衡之下，可能會有兩種截然不同的結論。若給定每人年金利得爲定值，勞動人口稅負爲內生變數時，所得不均度隨老化程度而下降；另一方面，若給定勞動人口稅負爲定值，每人年金利得爲內生變數時，所得不均度隨老化程度而上升。

首先，我們觀察「老年人口扶養比」與生育率之間的關係，因此可得到定理四之結論。

【定理四】 $\dfrac{dODR}{dr} < 0$。

證明：

$$\text{因爲}\quad ODR = \frac{\int_z^K g(a;r)da}{\int_y^z g(a;r)da} = \frac{\int_y^K g(a;r)da}{\int_y^z g(a;r)da} - 1 \equiv \frac{C+D}{C} - 1\text{，}$$

$$\text{其中}\quad C \equiv \int_y^Z l(a)\, e^{r(z-a)}\, da\text{，}\ D \equiv \int_z^K l(a)\, e^{r(z-a)}\, da\text{。}$$

對 ODR 作 r 之微分：

$$\frac{dODR}{dr} = \frac{1}{C^2}\left(C \cdot \frac{dD}{dr} - D \cdot \frac{dc}{dr}\right) < 0\text{，}$$

故得證[10]。

由定理四發現：當生育率不斷下降的同時，「老年人口扶養比」將會隨之提高；換言之，傳統文獻以「老年人口扶養比」作爲人口老化指標之衡量是可以理解的。但就另一種角度而言，傳統的老化指標卻可能存在若干缺點：第一、它無法觀察出真正的年齡結構細部變化；第二、無法確實衡量社會福利的變遷，因此我們將依循 Chu（1997）的定義，從年齡分配的全貌進行分析。

另一方面，Lam（1986）及 Weizsäcker（1995）是以「變異係數」（coefficient of variance）作爲所得不均度的衡量指標，而 Chu（1997）則是利用 Atkinson（1970）的社會福利函數來衡量所得不均度的變化[11]，Chu 發現：若衡量範圍只限於勞動人口，則隨著人口老化程度的上升，所得不均度會隨之上升。若衡量範圍爲所有成年人口$[y,K]$，在考慮退休人口之年金所得以後，則所得不均度的變化方向將無法確定，這與 Weizsäcker 的結論會有些許不同。因此，本文欲利用 Chu 的人口老化定義，將衡量範圍限於勞動人口，從「變異係數」的觀點分析所得不均度與人口老化之間的關係。

假設對應在r成長率下的所得平均數爲$\mu(r)$，變異數爲$\sigma^2(r)$，a歲中第i個人的所得爲$I(i,a)\sim$ i.i.d. $N(\mu(a),\sigma^2(a))$，同時此分配並不隨著年齡結構而改變，其中(i,a)擁有「聯合機率分配」（joint p.d.f.）$f(i,a;r)$，且滿足$\int_a\int_i f(i,a;r)\,di\,da=1$，$a\in[y,z]$。爲了分析在不同年齡結構下的所得分配，可利用條件機率分配形式表示：

$$f(i,a;r)=f(i|a;r)\cdot h(a;r)，$$

其中$h(a;r)$爲a歲人口佔勞動人口之比例。假設在a歲中之所得分配不會因爲年齡結構而改變，即$f(i|a;r)=f(i|a)$，則

$$f(i,a;r)=f(i|a;r)\cdot h(a;r)。$$

故

$$\begin{aligned}\mu(r)&=\int_a\int I(i,a)\cdot f(i,a;r)\,di\,da\\&=\int_a\left(\int I(i,a)\cdot f(i|a)\,di\right)\cdot h(a;r)\,da\\&=\int_a\mu(a)\cdot h(a;r)\,da\end{aligned}\tag{14}$$

[10] 關於dC/dr及dD/dr之正負符號，可參見定理一之證明。

[11] 社會福利函數爲：$W(r)=\int_y^z u(I(a))\cdot h(a;r)da$，其中$u'>0,I'(a)>0$。

$$
\begin{aligned}
\sigma^2(r) &= \int_a \int I(i,a)^2 \cdot f(i,a;r)\,di\,da - \mu(r)^2 \\
&= \int_a \left(\int_i I(i,a)^2 \cdot f(i|a)di \right) \cdot h(a;r)da - \mu(r)^2 \\
&= \int_a \left[\sigma^2(a) + \mu(a)^2 \right] \cdot h(a;r)da - \mu(r)^2 \\
&= \int_a \sigma^2(a) \cdot h(a;r)da + \int_a \left[\mu(a)^2 - \mu(r)^2 \right] \cdot h(a;r)da
\end{aligned}
\tag{15}
$$

其中在(15)式中的第一項即爲 Lam（1987）所稱的「年齡組內效果」（intra-generational effect)，而第二項爲「年齡組間效果」（inter-generational effect）。

當生育率下降時，對勞動人口平均工資所得的影響爲何？假設勞動人口所得隨著年齡上升而遞增 [12]，即 $\mu'(a)>0$。又根據定理二之推論，可得到 $\partial H(a;r)/\partial r \geq 0$，$\forall a \in [y,z]$，且 $\frac{d\mu(r)}{dr} = \int_y^z \mu(a)\frac{\partial h(a;r)}{\partial r}da$，故 $d\mu(r)/dr < 0$。

【定理五】 $\frac{d\mu(r)}{dr} < 0$。

定理五說明：若勞動市場工資函數爲年齡的遞增函數，在生育率下降的同時，雖然社會中的老年人口比例可能因而上升，但是勞動人口的平均工資所得卻因爲平均年資的增加而有所提昇。故人口老化反而有助於勞動人口在稅前的平均工資所得，提高此一年齡範圍的生活福利水準。

另一方面，

$$
\frac{d\sigma^2(r)}{dr} = \int_a \sigma^2(a) \cdot \frac{\partial h(a;r)}{\partial r}da + \left\{ \int_a \left[\mu(a)^2 - \mu(r)^2 \right] \cdot \frac{\partial h(a;r)}{\partial r}da - 2\mu(r)\frac{\partial \mu(r)}{\partial r} \right\}, \tag{16}
$$

其中(16)式中第一項的正負符號關鍵在於 $\sigma^2(a)$ 爲 a 之函數型態。一般說來，$\sigma^2(a)$ 可能會是 a 之凸函數（convex function）[13]。倘若凸函數之最低點位於 $\hat{a}$，而 $\hat{a}$ 又不太高時，則相信 $\int_a \sigma^2(a)(\partial h(a;r)/\partial r)da$ 應該會爲負。若此推論成立的話，表示人口老化對於年齡組內的所得變異數會有惡化效果。至於人口老化對於年齡組間的所得變異數則可分爲兩個效果：第一個效果來自於年齡結構的變化：雖然 $\mu(r)^2$ 會隨著 r 之增加而下降，在第(16)式大括號中

---

[12] 勞動市場中隨者個人的工作經驗等人力資本的累積，通常平均薪資會隨年齡而上升。

[13] 在勞動年齡較低的時候，有些人仍處於就學階段，此時收入的差距較大；而後就學比例將隨年齡日趨降低，收入差距會稍微減少；等到就學比例降至最低點時，收入的差距便會隨著人力資本的累積而呈現正相關增加。實證結果可以參見 Mincer (1972)，Chu and Jiang (1997)。

第一項的$\left[\mu(a)^2-\mu(r)^2\right]$將會是年齡的遞增函數，故我們可證明出：

$$\int_a \left[\mu(a)^2-\mu(r)^2\right]\cdot\frac{\partial h(a;r)}{\partial r}da<0$$

之結果；即年齡結構的老年化將提高年齡組間所得的變異數。第二個效果則來自於平均所得水準的改變：由於人口老化會提昇勞動人口平均所得 $\mu(r)$，所以反而會改善所得的不均情形。綜合而言，我們無法明確判斷出人口老化是否必然提昇勞動人口的所得變異數。

至於所得的變異係數(所得不均度) 與人口成長率 r 之間會有何種關係？令 $V^2(r)=\sigma^2(r)/\mu(r)^2$，

所以 $$\frac{dV^2(r)}{dr}=\frac{1}{\mu(r)^3}\left(\mu(r)\cdot\frac{d\sigma^2(r)}{dr}-2\sigma^2(r)\cdot\frac{d\mu(r)}{dr}\right)$$

$$\Rightarrow\frac{dV^2(r)}{dr}>(<)\,0\quad\text{iff}\quad\frac{d\sigma^2(r)}{d\mu(r)}\cdot\frac{\mu(r)}{\sigma^2(r)}>(<)\,2\text{。}$$

故所得不均度未必與 r 會有絕對的正相關或是負相關，因此人口老化並不一定會使勞動人口所得的不均度惡化。

我們可以利用 $dV^2(r)/dr$ 之正負符號進而判斷不同社會所面臨的人口老化是否為一「問題現象」？倘若一個社會處於 $dV^2(r)/dr>0$ 之情形，表示該社會將因為人口年齡結構趨於老化，而使得勞動人口所得分配日益平均，站在所得分配的觀點來看，這是一種有益於社會的「良性」老化；另外，若處於 $dV^2(r)/dr<0$ 之情形，則表示該社會將因為人口年齡結構趨於老化，而使得勞動人口所得分配日益不均，站在所得分配的觀點來看，這是一種不利於社會的「不良」老化。

二、年金制度與稅負

若政府採行 pay-as-you-go 的年金制度，考慮平衡預算的觀點之下，在人口老化的過程中是否必然加重成年勞動人口的租稅負擔？我們先考慮一個簡單的情形。假設每位 a 歲的老人平均可獲得 $b(a;r)$的年金，而每位 a 歲的勞動人口平均需擔負 $c(a;r)$的租稅，令 $\Delta(r)$ 為對應在人口生育成長率為 r 之下的預算淨收支，則站在平衡預算的觀點，應滿足：

$$\Delta(r)=\int_y^z c(a;r)\cdot P(a,t;r)da-\int_z^K b(a;r)\cdot P(a,t;r)da=0 \qquad (17)$$

$$\Rightarrow\int_y^z c(a;r)\cdot g(a;r)da=\int_z^K b(a;r)\cdot g(a;r)da\text{。}$$

在不考慮物價波動及經濟成長的前提下，假設年金給付能維持固定的生活水準，則將給定每一代年金實質給付均爲定額[14]，即$b(a;r)=\overline{b}$，而每位a歲的勞動人口租稅給付均相同，即$c(a;r)=c(r)$，$\forall a\in[y,z]$，則

$$c(r)=\frac{\overline{b}\cdot\int_z^K g(a;r)da}{\int_y^z g(a;r)da}\equiv\overline{b}\cdot ODR \text{ 。} \tag{18}$$

故由(18)式可知：則$\partial c(r)/\partial ODR>0$。根據此推論我們可發現：傳統文獻以「老年人口扶養比」作爲人口老化的指標時，必然可以得到勞動人口租稅負擔會隨著人口老化程度的加劇而日益加重之結論。

若我們考慮勞動人口的所得與年金稅負之間的關係時，未必會得到上述的結論。假設政府採取單一所得稅制，稅率爲$T(r)$，在其他條件維持不變之下，(17)式需稍作改變，成爲：

$$\Delta(r)=\int_y^z T(r)\cdot\mu(a)\cdot P(a,t;r)da-\int_z^K b(a;r)\cdot P(a,t;r)da=0\text{ ，} \tag{17'}$$

其中$\mu(a)$爲a歲勞動人口的平均所得。同樣地，站在平衡預算的觀點上，可以得到平均稅率$T(r)$爲：

$$T(r)=\frac{\overline{b}\cdot\int_z^K g(a;r)da}{\int_y^z \mu(a)\,g(a;r)da}=\overline{b}\cdot\frac{\int_z^K g(a;r)da}{\int_y^z g(a;r)da}\cdot\frac{1}{\int_y^z \mu(a)\,h(a;r)da}\text{ ，} \tag{19}$$

$$\text{其中}\quad h(a;r)\equiv\frac{g(a;r)}{\int_y^z g(a;r)\,da}\quad\text{及}\quad\int_y^z h(a;r)da=1\text{ 。}$$

令$H(a;r)=\int_y^a h(b;r)db$，並假設勞動人口的平均所得隨著年齡而遞增，即$\mu'(a)>0$。

我們將(19)式再作定義：

$$T(r)\equiv\overline{b}\cdot ODR\cdot\mu(r)^{-1}\text{ ，} \tag{20}$$

$$\text{其中}\quad\mu(r)=\int_y^z \mu(a)\,h(a;r)da\text{ 。}$$

---

[14] 在此，我們並不考慮稅負爲定額的情形。有關稅負爲定額之情形，請參見 Weizsäcker (1995)。

因此，勞動人口的平均稅負是否因人口老化而加重，必須看「老年人口扶養比」ODR及「勞動人口平均所得」$\mu(r)$兩方面的綜合效果而定。對(20)式中之$T(r)$作r的微分：

$$\frac{dT(r)}{dr}=\frac{\bar{b}}{\mu(r)^2}\cdot\left(\frac{dODR}{dr}\cdot\mu(r)-ODR\cdot\frac{d\mu(r)}{dr}\right)。 \tag{21}$$

根據定理四及五，我們得知$dODR/dr<0$，$d\mu(r)/dr<0$。故由(21)式中，我們可觀察出：當生育率下降時，雖然會導致老年人口扶養比上升，而增加平均每人所得稅負；但另一方面，勞動力的年齡結構也將有所調整，使得勞動人口平均所得上升，進而降低平均每人所得稅負。故人口老化（r遞減）未必會使勞動人口的稅負加重，必須視$dODR/dr$與$d\mu(r)/dr$之淨效果而定。

三、勞動力平均年齡

當一個國家重視勞動市場的生產力時，勞動力的年齡結構便成爲一個重要的經濟指標。一般而言，我們可以預測人口老化必然會導致勞動力的平均年齡不斷升高。但由於在不同的產業結構下，對勞動者的年齡也會有不同的要求（Kaufman and Spilerman, 1982），如：以製造業爲主的產業，勞動者的年齡結構較爲年輕化，如：新科技或是新興服務業等；以經驗累積爲主的產業，勞動者的年齡較爲成熟，如：倉儲運輸業等[15]。然而在一個產業中，若年齡結構太過年輕，則經驗累積不足，有礙產業持續發展；但若公司組成過於老化，雖然領導經驗足夠，可以提攜新人，但因此卻需要支付龐大的薪資成本[16]。故對產業而言，勞動人口的年齡結構將會影響產業的成長力，甚至將影響市場中的失業情形。

假設配合產業結構的變遷，一個社會中「理想」的勞動力的平均年齡爲a^{**}，對應在r生育率之下「實際」的平均年齡爲$\hat{a}(r)$，即

$$\hat{a}(r)=\int_y^z a\cdot h(a;r)da，$$

$$其中\quad h(a;r)=\phi(a)\cdot g(a;r)\Big/\left(\int_y^z\phi(s)\cdot g(s;r)ds\right)，$$

而$\phi(s)$爲s歲的勞動參與率。因此我們可以找到對該社會而言最適的人口成長率r^{**}，滿足

[15] 王秉鈞及林晉寬（民國八十四年）根據臺灣六十七個職業爲分析對象，發現職業與年齡分配間的確存在一定的類型。同時隨者產業結構的轉變，職業年齡分配的類型可能也將隨之轉變。

[16] 一般說來，平均薪資會隨著年齡而增加，而工作經驗也會隨者年齡而增加，如：日本的「年資制度」(seniority schemes)。

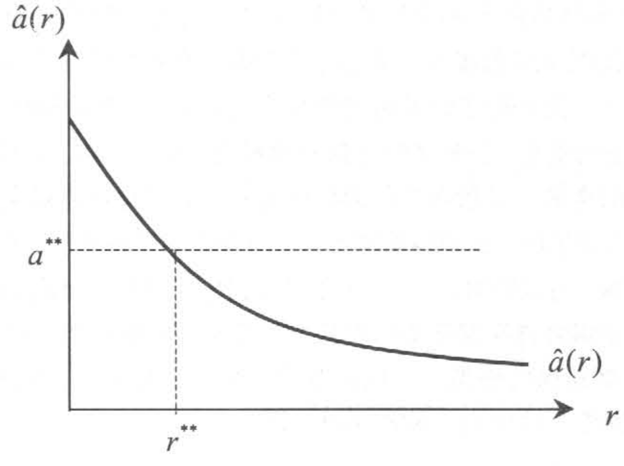
$$\hat{a}(r^{**}) = a^{**}\ 。$$

在定義出最適人口結構(人口成長率) r^{**} 之後，由於

$$\frac{d\hat{a}(r)}{dr} = \int_y^z a \cdot \frac{\partial h(a;r)}{\partial r} da < 0\ ，$$

所以我們不難發現：當 $r > r^{**}$ 時，此時人口老化將有助於勞動力趨向最適平均年齡 a^{**}；反之，當 $r < r^{**}$ 時，人口老化將使得勞動力趨離最適平均年齡 a^{**}(見圖二)。從「勞動力平均年齡」這個目標來看，我們也可以證明人口老化不必然具有不良影響，在 $r < r^{**}$ 階段時的老化現象才是政府需要正視的狀況。

圖二：勞動力之平均年齡 $\hat{a}(r)$ 與人口成長率 r 之關係圖



四、個人終身工資所得

當人口成長率不斷下降的同時，是否會影響到跨代間個人的終身工資所得（lifetime wage）呢 [17]？所謂「跨代所得」指的是代與代之間個人終身在勞動市場中可賺取的實質收入，而它取決於個人在勞動市場工作期間勞動力年齡結構的變遷。根據 Lam（1989）的推

[17] 此處所指的終身實質所得可分為兩類：第一種情形不考慮折現率，$W = \int_y^z w(a)da$，其中 $w(a) = \partial Y / \partial L(a)$，$Y$ 為社會總產出，$L(a)$ 為 a 歲勞動力人口。第二種情形則考慮折現率，$W = \int_y^z w(a) \cdot e^{-\rho a} da$，其中 ρ 為折現率，在此我們只觀察第一種較簡化的情形。

論：假設在一個純勞動投入的經濟體系中（pure labor economy），各個不同年齡的勞動力可以視之爲不同的生產要素 [18]，則各年齡層的勞動力會因爲經濟體系中勞動力年齡結構的不同而擁有不同的邊際產出(實質工資)，考慮在一個穩定年齡結構 (stable age structure) 的情形下，對應在不同人口成長率的個人終身工資所得將因此而有所增減。根據 Lam 之命題二（proposition 2.）的證明，若生產函數爲凹性固定報酬型態（concave constant returns），在各年齡組存活率及勞動參與率不變及不考慮折現率之下，勞動力成長率將爲人口成長率 r，同時在 $r=0$ 時會存在個人終身工資所得之極小值。

從 Lam 的命題我們可以推論：就年齡結構而言，當 r 不斷下降的同時，雖然可能產生人口老化的現象，但是對個人的終身實質所得卻可能會有改善的作用。換言之，在 $r>0$ 之下的人口老化，跨代間的終身實質所得會漸漸減少；在 $r<0$ 之下的人口老化，跨代間的終身實質所得會漸漸增加。但不盡然如此，若考慮了非勞動生產要素，如：資本、土地等，或是考慮勞動者在不同年齡會面對不同的勞動年齡組成（或人口成長率）時，則將面臨多種變異來源而無法得到上述確定的結論 [19]。

伍、實際資料觀察及電腦模擬

台灣自二次世界大戰後至今，以不到七十年的時間完成了人口轉型的過程。在死亡率已下降到穩定的水準，而隨著生育率不斷下降的過程，人口年齡結構漸漸偏向左尾分配（見圖三(a)），因此推論台灣目前已邁入老化社會之林。根據定義一所詮釋之人口老化現象，我們可以清楚地由圖三(b)觀察到，民國四十、六十、八十年所對應的人口年齡累加分配相對呈現出一階隨機優勢，即 $G_{40}(a)>G_{60}(a)>G_{80}(a)$，$\forall a$，其中 a 是年齡。由此說明了具有一階隨機優勢的人口年齡分配是可以刻劃出一個面臨老化現象之社會，因此就人口老化而言，定義一是個可以值得信賴的指標。

從過去幾十年觀察人口扶養比的變化（見圖四），我們發現到民國八十三年爲止，人口扶養比仍呈現向下滑落的趨勢。這表示著：在給定個人終身所得分配不變之下，就現階段而言，人口年齡結構尚未使得勞動人口的經濟負擔加重；換言之，目前人口老化現象尚未到達負面狀態。因此，若經濟目標放在人口扶養比，短期間的人口老化將可以紓解勞動人口的經濟負擔；但生育率若再持續下降時，人口老化對勞動人口（主要納稅人口）的負面衝擊將隨之浮現。

---

[18] Freeman (1979) 指出：不同年齡男性勞動者的工資分配深受勞動力年齡結構的影響，這主要是因爲各個年齡組的勞動力可以視爲不完全替代要素（imperfect substitutes）；反觀女性勞動者的年齡－工資則不會受到年齡結構變遷而有顯著的影響，這是因爲不同年齡的女性勞動者彼此間存在高度的替代性（closer substitutes）。

[19] 由於每代人口出入勞動市場的時期不同，而每個時期所面對的人口成長率或是勞動年齡組成亦有所不同，因此若以穩定人口模型詮釋各代所累積的終身所得將會有偏誤。關於此點看法，作者感謝評審的建議。

此外，台灣個人所得不均度自 1976 年即呈現下降的趨勢（林金源，1995：162），而此時人口老化指數也不斷在盤升。因此就個人所得分配的經濟目標而言，台灣人口結構趨於老化並未使個人所得分配惡化，反而有改善的作用，這表示台灣可能正處於 $dV^2(r)/dr > 0$ 的階段[20]。

爲了驗證上述所推論之結果，我們以電腦模擬舉例說明之。假設存活率已降至極低，到達穩定局面，存活函數（survival function）與年齡間之函數關係爲：

$$l(a) = 1 - c \cdot e^{da} \text{ 。}$$

令 $c = 0.005$， $d = 0.65$，可以分別繪出年齡分配函數 $g(a;r)$， $G(a;r)$（見圖五）。根據「扶養比」（DR）與「人口成長率」（r）之間的函數模擬（見圖六），我們可以清楚看出呈現凸形曲線形狀，其中最低點在 $r = -0.016$，此即表示最低點爲最適人口成長率 r^* 對應在 $r = r^*$ 之下可得到最適人口年齡分配。當 $r > r^*$ 時，若 r 不斷下降（人口老化），則扶養比將隨之下降，此時有助於減輕當期勞動人口的經濟負擔；相對地，當 $r < r^*$ 時，若 r 不斷下降，則扶養比將隨之上升，當期勞動人口的經濟負擔會因而提昇，這正可用以說明定理三之結論。

令勞動力年齡的上下限分別是十五及六十五歲，假設各個勞動年齡人口的勞動參與率爲 1，則圖七是勞動力的平均年齡與人口成長率間的關係。若社會中的最適勞動力平均年齡定爲 40 歲，則最適人口成長率將爲，如圖七中之交點 r^*。此外，假設勞動力以十歲爲一個生產要素組群，則共可分爲 15-25，25-35，35-45，45-55 及 55-65 五個勞動組群，而社會生產函數設定爲 CES（Constant Elasticity of Substitution）型態[21]：

$$Y = \left[\sum_{i=1}^{5} \beta_i L_i(r)^{\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}} \text{，}$$

其中第 i 個年齡組勞動人口 $L_i(r) = L \cdot \int_{\underline{i}}^{\bar{i}} h(a;r)da$，而 $\underline{i}$、$\bar{i}$ 分別是第 i 個年齡組的年齡上下限，L 爲勞動力人口總數，σ 爲生產替代彈性，$\sigma = 1/(1-\rho)$。令 $W(r)$ 爲對應在 r 之下的個人終身實質所得，即

$$W(r) = \sum_{i=1}^{5} W_i(r) \text{，}$$

而各年齡組實質所得 $W_i(r) = \partial Y(r)/\partial L_i(r)$，$i = 1,\ldots,5$，此外令 $(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5) = (0.1, 0.15,$

[20] 另一方面，台灣的家庭所得不均度卻有逐年惡化的趨勢，Chu and Jiang (1997) 猜測可能與家庭年齡結構組成的變遷有關。

[21] 此設定同於 Lam (1989) 之模擬例子。不同的是，Lam 只有分爲兩個勞動年齡組。

0.3, 0.25, 0.2) [22] 分別對應在 σ 為 0.01，0.3，1.1 及 2.7，我們可觀察在不同替代彈性下的個人終身實質所得 $W(r)$ 與人口成長率 r 之關係（見圖八）。發現：替代彈性 σ 愈大，r 之下降對於個人終身實質所得 $W(r)$ 的影響愈大。在 $r=0$ 時，$W(r)$ 處於最低點，因此，當 $r>0$ 時，人口老化（r 下降）將會使得 $W(r)$ 降低；反之當 $r<0$ 時，人口老化卻會提高 $W(r)$，這對於勞動人口而言具有跨代間的正面意義。

陸、結論

本文之主要目的在於探討人口老化與最適人口結構之間的關係，並進而重新詮釋人口老化指標的經濟意義。在傳統文獻中，一般只關注到人口老化可能對社會帶來的負面衝擊，卻未分析適度的老化對於某些社會而言會有正面的助益，本文即嚐試提供新的角度及定義重新詮釋人口老化現象。首先，在老化的定義上，我們利用一階隨機優勢的觀點取代過去較粗略的老化指標：「老年人口佔總人口比例」。「隨機優勢」對於人口結構的分配具有較細緻的描述，如此我們便可充分利用人口年齡分配的訊息去推估未來確切的人口走勢，甚至一些經濟目標的修正。

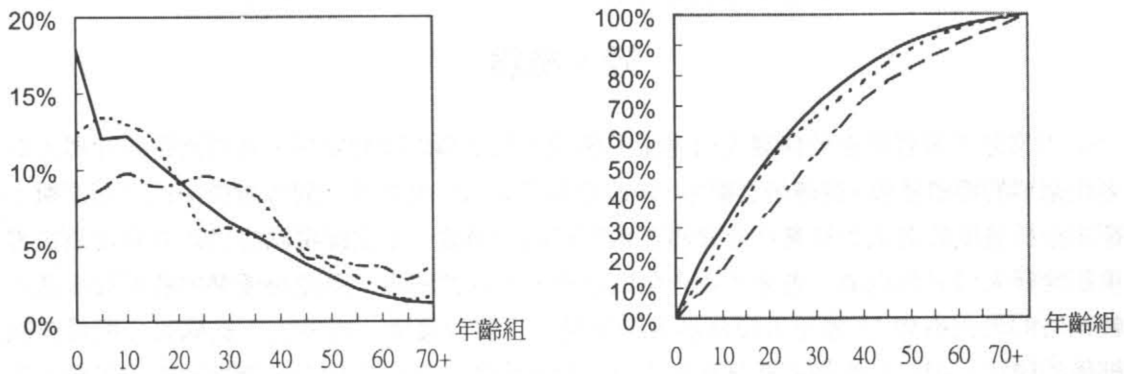
在完成定義上的修正之後，進一步我們觀察人口老化的成因。由於人口老化現象多存在於人口轉型後的社會，因而研究的重點放在「生育率下降」這個因素上（即文中 r 降低）。當然，一個社會老年人口比例上升的因素不只有生育率降低這一項，其他如死亡率下降、老年人口遷入等因素，同理也可以進行分析。我們從文中定理三到五之證明中發現：人口老化的社會未必處於一個絕對劣質的環境，在某些情形之下（$r>r^*$），適度的老化將會改善勞動人口的經濟負擔，如：人口扶養比例的下降（定理三）；或是在 $r>0$ 時，由於各年齡組間的相對生產力隨人口結構變遷，因而導致跨代間個人的終身實質所得也可能會隨之提昇（第四節 4.）。除此之外，勞動人口的所得分配及年金稅負也不必然會隨著老化程度加深而惡化，這與過去文獻之結論是有些許不同的。

藉由人口老化對各種經濟目標不同程度及方向的影響，我們可以推估出每個社會的最適人口年齡結構（最適人口成長率），進而制定出因應的政策建議。所謂「最適人口年齡結構」，必須配合該社會的首要經濟目標，在本研究中，我們分別提供了個人所得分配不均度、年金稅負、勞動力平均年齡、個人終身工資所得等幾種不同的經濟目標作為分析。我們從推導的過程中可發現，在不同的經濟目標之下，人口老化可能會有正負或程度上的不同影響。因此，若該政府重視的經濟目標不只一項時，必須考慮其綜合效果才能確定老化是否會為該社會帶來不利的影響，單憑一個社會的人口老化指標來判斷該社會是否已邁

[22] Lam（1989）將兩個勞動年齡組之邊際生產力設定為相同的數值，均為 0.5。在此則設定為生命循環中的趨勢值，最高邊際生產力設定在 35-45 歲這一組。

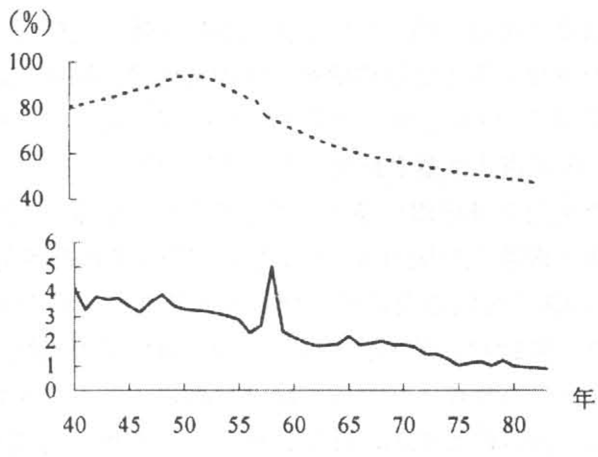
入老人社會之林是不足的[23]。從最適人口結構的觀點加以輔佐之，將有助於了解社會的本質，而不至於倉促制定一些無用或是無效率的政策。本研究結合最適人口成長率及老化指標的衡量，重新詮釋人口老化的定義，以期提供較好的人口趨勢預測及政府施政方針。

圖三：台灣民國四十、六十及八十年的人口年齡分配



民國四十、六十及八十年分別以線段 —— ，---- 及 —.— 表示之。

圖四：台灣人口成長率與人口扶養比的趨勢

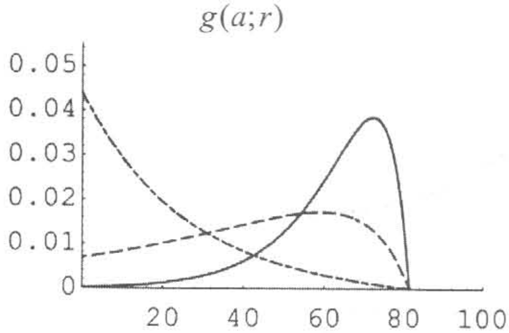


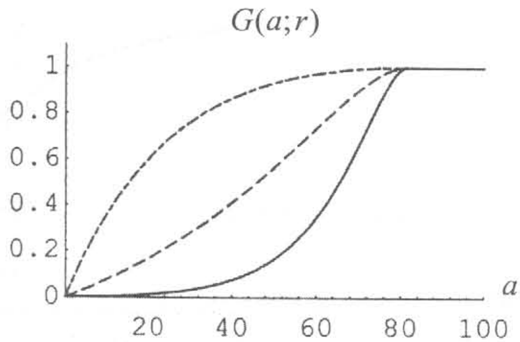
人口成長率及人口扶養比分別以線段 —— 及 ---- 表示之。

---

[23] 人口老化指標之衡量值爲多少時才可稱之爲老人社會？

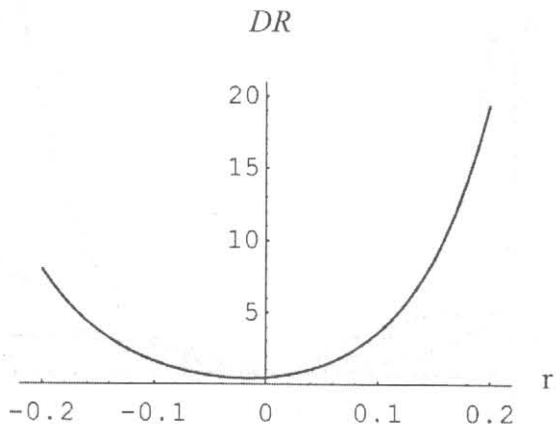
圖五：電腦模擬之年齡密度分配函數 $g(a;r)$ 及 $G(a;r)$



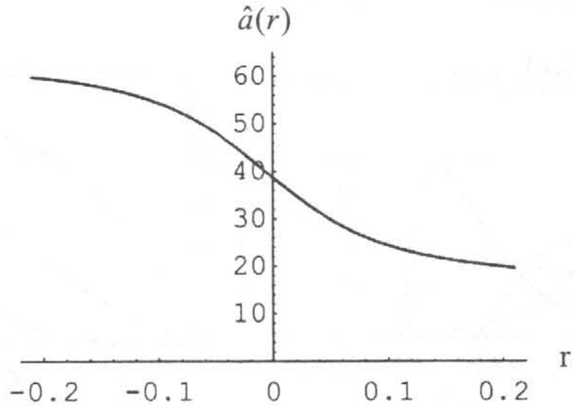


其中 r 分別設定爲－0.08，－0.02，0.04 以線段 ——，---- 及 -·-·- 表示之。

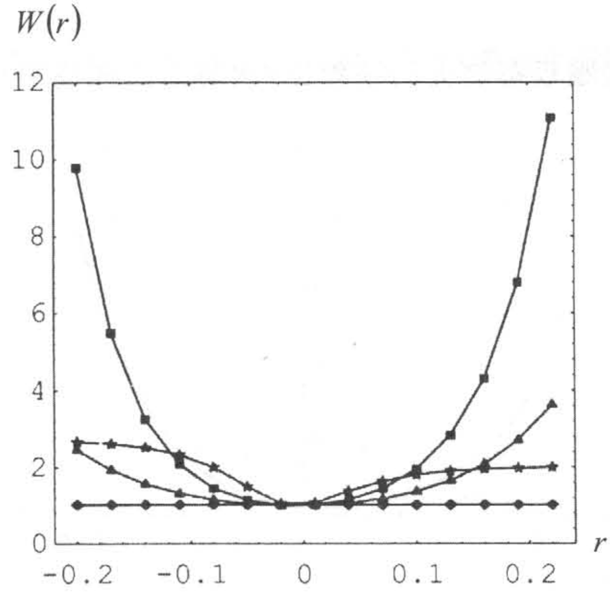
圖六：電腦模擬之人口扶養比 DR 與人口成長率 r 之關係



圖七：電腦模擬之勞動力平均年齡 $\hat{a}(r)$ 與人口成長率 r



圖八：電腦模擬之個人終身實質所得 $W(r)$ 與人口成長率 r



其中 σ 設定爲 0.01，0.3，1.1 及 2.7 分別以 —◆—, —▲—, —★— 及 —■— 表示之。

參考文獻

一、中文部份

行政院經濟建設委員會人力規劃處

1993 中華民國臺灣地區民國 81 年至 125 年人口推計。

王秉鈞、林晉寬

1995 「我國台灣地區職業年齡結構類型之研究」，《管理科學學報》，12(1)：63-91。

林金源

1991 「家庭結構變化對台灣所得分配的影響」，《台灣經濟學會年會論文集》，161-178。

二、英文部份

Adelman, Irma and Cynthia T. Morris

1973 *Economic Growth and Social Equity in Developing Countries*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Ahluwalia, Montek S.

1976 "Inequality, Poverty and Development." *Journal of Development Economics*, 3: 307-342.

Atkinson, A. B.

1970 "On the Measurement of Inequality." *Journal of Economic Theory*, 2: 244-263.

Barro, Robert J.

1974 "Are Government Bonds Net Wealth?" *Journal of Political Economics*, 82: 1095-1118.

Chu, C.Y. Cyrus

1997 "Age-Distribution Dynamics and Aging Indexes." *Demography*, 34(4): 551-563.

Chu, C.Y. Cyrus and Lily Jiang

1997 "Demographic Transition, Family, and Income Inequality." *Review of Economics and Statistics*, 79(4): 665-69.

Chu, C.Y. Cyrus and Huei-chung Lu

1995 "Toward a General Analysis of Endogenous Easterlin Cycles." *Journal of Population Economics*, 8: 35-57.

Cowgill, D.O.

1949 "The Theory of Population Growth Cycles." *American Journal of Sociology*, 55:163-170.

Foster, James E. and Anthony Shorrock

1991 "Subgroup Consistent Poverty Indices." *Econometrica*, 59: 687-709.

Freeman, Richard B.

1979 "The Effect of Demographic Factors on Age-Earnings Profiles." *Journal of Human Resources*, 14: 289-318.

Hardar, Josef and William Russell

1969 "Rules for Ordering Uncertain Prospects." *American Economic Review*, 59: 25-34.

Kaufman, R. L. and S. Spillerman

1982 "The Age Structures of Occupations and Jobs." *American Journal of Sociology*, 10(4): 827-851.

Kefitz, Nathan

1985 "The Demographics of Unfunded Pensions." *European Journal of Population*, 1: 5-30.

Lam, David

1986 "The Dynamics of Population Growth, Differential Fertility, and Inequality." *American Economic Review*, 76: 1103-1116.

1987 "Distribution Issues in the Relationship Between Population Growth and Economic Development." In: Johnson D.G., and Lee R.D. eds *Population Growth and Economic Development: Issues and Evidence*. University of Wisconsin Press, Madison, WI, pp 589-630.

1989 "Population Growth, Age Structure, and Age-Specific Productivity." *Journal of Population Economics*, 2: 189-210.

Lee, Ronald D.

1980 "Age Structure, Intergenerational Transfers and Economic Growth: An

Overview." in George Tapinos, ed., *Revue Economique: special issue on economic demography*, vol.31, 6: 1129-1156.

Lee, Ronald D., W. Brian Arthur and G. Rodgers

1990 *Economics of Changing Age Distributions in Developed Countries*. Oxford University Press, 1990.

Mincer, Jocab A.

1972 *Schooling, Experience, and Earnings*. New York: Columbia Univ. Press (for Nat. Bur. Econ. Res.).

Morely, S.A.

1981 "The Effect of Changes in the Population on Several Measures of Income Distribution." *American Economic Review*, 71:285-294.

Ogawa, Naohiro

1986 "Consequences of Mortality Trends and Differentials." *Department of International Economic and Social Affairs: Population Studies*, 95: 175-184. NY: United Nations.

Repetto, R.

1979 *Economic Equality and Fertility in Developing Countries*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.

Sen, A.K.

1976 "Poverty: An Ordinal Approach to Measurement." *Econometrica*, 44: 219-231.

von Weizsäcker, Robert K.

1995 "Public Pension Reform, Demographics, and Inequality." *Journal of Population Economics*, 8: 205-221.

Winegarden, C.R.

1978 "A Simultaneous-Equations Model of Population Growth and Income Distribution." *Applied Economics*, 10: 319-330.